

ЗАДАЦИ ЗА РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ
4. РАЗРЕД (2008)

1. Колику снагу треба доводити металној куглици полупречника 2 cm, да би њена температура стално била за 27°C виша од температуре околине? Температура околине је 20°C . Сматрати да куглица зрачи као апсолутно црно тијело и да губи енергију само зрачењем. Штефан-Болцманова константа $\sigma=5,67\cdot 10^{-8}\text{W/m}^2\text{K}^4$.
2. Округла трпезарија пречника $D=15\text{m}$ освјетљава се једном сијалицом инсталираном у центру собе на самом плафону. Ако је најмања освјетљеност пода просторије два пута мања од најмање освјетљености зидова, колика је висина трпезарије?
3. Далековид човјек може да чита текст у књизи ако књигу држи на удаљености која је већа од $D=0,8\text{m}$ од очију. Да би нормално читао на уобичајеној даљини јасног вида $d=0,25\text{m}$ од очију, треба да стави наочаре. Колика треба да је оптичка моћ (јачина) сочива наочара?
4. Фотон се креће у правцу нормалном на линије силе магнетног поља $B=0,12\text{T}$, одбије се под углом 180° од електрона који је прије судара мировао. Наћи полупречник путање коју ће описивати електрон након судара ако је фотон прије судара имао енергију дуго већу од енергије мировања електрона.
Маса електрона $m_e=9,1\cdot 10^{-31}\text{kg}$, наелектрисање електрона $e=1,6\cdot 10^{-19}\text{C}$ а брзина свјетлости у вакууму $c=3\cdot 10^8\text{m/s}$, Планкова константа $h=6,62\cdot 10^{-34}\text{Js}$.
5. У атому водоника електрон се налази на првој ($n=1$) стационарној путањи а у једноструко јонизованом атому хелијума ($Z=2$) на другој стационарној путањи ($n=2$). Колики је (према Боровом моделу) однос полупречника ових кружних стационарних путања електрона у атому водоника и једноструко јонизованом атому хелијума?

НАПОМЕНА: Вријеме предвиђено за израду задатака је 120 минута
Није дозвољена употреба помоћне литературе (мини формуле и слично)
Дозвољена је употреба дигитрона

РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА ЧЕТВРТИ РАЗРЕД

1.

$$r=2\text{cm}=0,02\text{m}, \quad t_0=20^\circ\text{C}=293\text{K}=T_0, \quad t=47^\circ\text{C}=320\text{K}=T, \quad \sigma=5,67 \cdot 10^{-8}\text{W/m}^2\text{K}^4, \quad P=?$$

У стању равнотеже енергија коју тијело апсорбује једнака је енергији коју емитује.

Куглица емитује енергију $Q=\sigma T^4 S \Delta t$

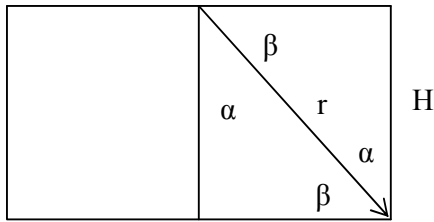
а апсорбује енергију из околине $Q_1=\sigma T_0^4 S \Delta t$ и енергију која јој се доводи $Q_2=P \Delta t$

$$\text{Слиједи: } \sigma T^4 S \Delta t = \sigma T_0^4 S \Delta t + P \Delta t, \quad S=4r^2\pi \quad \text{а одатле}$$

$$P=\sigma(T^4 - T_0^4)4r^2\pi \quad P=0,88\text{W}$$

2.

$$D=15\text{m}, \quad E_1=E_2/2 \quad H=?$$



$$E = \frac{I \cos \alpha}{r^2}$$

Према Ламбертовом закону освијетљеност површине је мања уколико је удаљеност површине од извора свјетлости већа и ако је угао под којим зраци падају на површину у односу на нормалу на површину већи.

Из овога слиједи да ће под бити најмање освијетљен на мјестима која се граниче са зидом, а зид ће бити најмање освијетљен на мјестима која се граниче са подом.

E_1 -минимална освијетљеност пода, E_2 -минимална освијетљеност зида

$$E_1 = \frac{I \cos \alpha}{r^2} \quad \cos \alpha = \frac{H}{r} \quad E_2 = \frac{I \cos \beta}{r^2} \quad \cos \beta = \frac{D/2}{r}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \quad \frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{H}{r}}{\frac{D}{2r}} = \frac{2H}{D} \quad \frac{2H}{D} = \frac{1}{2} \quad H = \frac{D}{4} = \frac{15\text{m}}{4} = 3,75\text{m}$$

3.

$$D=0,8\text{m}, \quad d=0,25\text{m},$$

Када човјек чита без наочара тада је $p_1=D$, $\omega_1 = \omega_{\text{ока}}$, $\omega = 1/f$, и $L_1=L$ L -удаљеност лика

те је једначина сабирног сочива ока $\frac{1}{D} + \frac{1}{L} = \omega_{\text{ока}}$ (1)

Када човјек чита уз помоћ наочара тада је $p_2=d$, $\omega_2 = \omega_{\text{ока}} + \omega_{\text{наоч.}}$, $L_2=L$

и једначина комбинованог сочива ока и наочара је $\frac{1}{d} + \frac{1}{L} = \omega_{\text{ока}} + \omega_{\text{наоч.}}$ (2)

Када се једначина (1) одузме од једначине (2) добија се $\omega_{\text{наоч.}} = \frac{1}{d} - \frac{1}{L} = \frac{D-d}{Dd}$

$\omega_{\text{наоч.}} = +2,75$ диоптрије

4.

По закону одржања импулса, јасно је да електрон при судару добија брзину која има правац и смјер дуж којег се кретао фотон прије судара. Импулс електрона је

$\vec{p}_e = \vec{p}_f - \vec{p}'_f$ \vec{p}_f - импулс фотона прије судара, \vec{p}'_f - импулс фотона после судара, а како вектори \vec{p}_f и \vec{p}'_f имају супротне смјерове, то је

$$p_e = p_f + p'_f = \frac{h}{\lambda} + \frac{h}{\lambda'} \quad \text{По услову задатка је } E_f = 2E_0 \quad \text{тј. } \frac{hc}{\lambda} = 2m_e c^2 \quad \text{па је}$$

$$\lambda = \frac{h}{2m_e c} = \frac{1}{2} \lambda_e \quad \text{Следи } \lambda' = \lambda + 2\lambda_e \sin^2 90^\circ = \frac{5}{2} \lambda_e \quad \text{Даље је}$$

$$p_e = \frac{2h}{\lambda_e} + \frac{2h}{5\lambda_e} = \frac{12h}{5\lambda_e} = \frac{12}{5} m_e c$$

Како је брзина електрона нормална на линије силе магнетног поља, то ће се он, под дејством

Лоренцове силе, кретати по кругу при чему важи $\frac{m_e v^2}{r} = evB$ па је

$$r = \frac{m_e v}{eB} = \frac{p_e}{eB} = \frac{12m_e c}{5eB} \quad r = 3,4 \text{ cm}$$

5.

$$\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r_n^2} = \frac{mv_n^2}{r_n} \quad (1) \quad \text{Други Њутнов закон за кретање електрона по n-тој кружној}$$

стационарној путањи

$$mv_n r_n = \frac{nh}{2\pi} \quad (2) \quad \text{Други Боров постулат}$$

Када се из једначина (1) и (2) елиминише интензитет брзине v_n на n-тој стационарној путањи, за полупречник кружнице те стационарне путање, добија се

$$r_n = \frac{n^2}{Z} \frac{\epsilon_0 h^2}{2\pi m e^2} \propto \frac{n^2}{Z} \quad \text{За водоник } Z=1, \text{ а хелијум } Z=2, \text{ па је тражени однос}$$

$$\frac{r_1(Z=1)}{r_2(Z=2)} = \frac{1^2/1}{2^2/2} = \frac{1}{2}$$